

## ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES FUNGICAS DE LA FILOSFERA DE *PINUS TAEDA* L. (PINACEAE) I. VARIACION ESTACIONAL

### *STUDIES OF THE FUNGAL COMMUNITIES OF THE PHYLLOSHERE OF PINUS TAEDA* L. (PINACEAE) I. SEASONAL VARIATION.

N. Venedikian, S. M. Bonaventura & A. M. Godeas

#### RESUMEN

Estudio de las comunidades fúngicas de la filósfera de *Pinus taeda* L. (Pinaceae) I. Variación Estacional. Las comunidades fúngicas de las hojas son dinámicas en el tiempo y el espacio. Los patrones de variación espacial y temporal de su composición reflejan el balance sucesivo de procesos poblacionales como inmigración, emigración, crecimiento y muerte de especies. La micoflora de la filósfera de *Pinus taeda* L. se ha estudiado desde la acícula joven hasta la senescente, en primavera, verano, otoño e invierno, utilizando métodos de lavado y cultivo. Se aislaron 49 taxa fúngicos de los cuales *Pestalotiopsis oxyanthi*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. oxysporum*, *C. sphaerospermum*, *Nigrospora oryzae*, *Epicoccum purpurascens*, *Hormonema dematioides* y las levaduras son los más importantes en la filósfera de *P. taeda*. La estructura de la comunidad fúngica se analizó aplicando análisis de componentes principales y análisis discriminante. Principalmente en las comunidades fúngicas de las acículas jóvenes y senescentes se observaron variaciones estacionales. *H. dematioides* y las levaduras caracterizaron a la comunidad fúngica de las acículas jóvenes en primavera y verano mientras que *P. oxyanthi* lo hizo en otoño e invierno. Las levaduras y MDE1 caracterizaron a la comunidad fúngica de las acículas senescentes en verano y *P. oxyanthi* en invierno.

PALABRAS CLAVES: comunidades fúngicas, filósfera, *Pinus taeda*, variación estacional.

#### ABSTRACT

Studies of the fungal communities of the phyllosphere of *Pinus taeda* L. (Pinaceae) I. Seasonal Variation. Fungal communities of leaves are dynamic in time and space. The patterns of spatial and temporal change in their composition reflect successive balances among the population processes of immigration, emigration, growth and death for individual species. The phyllosphere mycoflora of *Pinus taeda* L. has been studied from the newly expanded needles to the senescent stage in the spring, summer, fall and winter seasons using serial washing and cultural method. Forty nine fungal taxa were isolated; *Pestalotiopsis oxyanthi*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. oxysporum*, *C. sphaerospermum*, *Nigrospora oryzae*, *Epicoccum purpurascens*, *Hormonema dematioides* and the yeasts were the most important fungi in the *P. taeda* phyllosphere. The structure of fungal community was analysed using Principal Component Analysis and Discriminant Analysis. The community of young and senescent needles was mainly influenced by climatic conditions. *H. dematioides* and the yeasts characterized the fungal communities of the young needles in spring and summer and *P. oxyanthi* in autumn and winter. The yeasts and MDE1 were predominant in the senescent needles in summer and *P. oxyanthi* was in winter.

KEYWORDS: fungal communities, phyllosphere, *Pinus taeda*, seasonal variation.

#### INTRODUCCION

Las comunidades fúngicas del filoplano son sistemas abiertos, dinámicos en tiempo y espacio. Los patrones de variación temporal y espacial en la composición de microorganismos reflejan el balance

Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 1428 Buenos Aires, Argentina.

sucesivo de procesos de inmigración, emigración, crecimiento y muerte en las poblaciones (Kinkel 1992). La regulación de la dinámica de la población y de la comunidad es diferente en los sistemas abiertos respecto a sistemas más cerrados como la rizosfera (Hughes 1990).

Andrews & Kinkel (1986) definen a las hojas como islas virtuales y reconocen analogías entre la colonización de ambas.

Los hongos saprobios que crecen en la superficie de las hojas constituyen un grupo especial de organismos generalmente cosmopolitas (Kahlki *et al.* 1986), caracterizados por alta tolerancia al "stress", al disturbio y con distintos grados de competencia interespecífica (Pugh & Boody 1988). Este grupo de hongos está involucrado en la resistencia de la planta a insectos y patógenos, (Dubos & Bulit 1981) y en la descomposición de la hojarasca (Hudson 1971).

Son pocos los trabajos sobre la filósfera de especies de *Pinus* (Mishra & Das 1981; Kahlki *et al.* 1986 y Legault *et al.* 1989 a, b). El único trabajo realizado en *Pinus taeda* es el de Watson *et al.* (1974) pero el objetivo del mismo está centrado en la sucesión fúngica en la hojarasca. Sin embargo una evaluación de la diversidad microbiológica de la filósfera no sólo debe estar basada en la cuantificación e identificación de los microorganismos involucrados, sino que es esencial investigar el rol funcional a fin de definir el significado de la diversidad microbiana.

Para lograr una aproximación a la comprensión de las complejas relaciones entre los hongos y su ambiente, tanto biótico como abiótico, es necesario además aplicar un análisis estadístico que tenga en cuenta la naturaleza multivariada de esas interacciones (Kenkel & Booth 1992). Entre los estudios de la filósfera que analizan las comunidades fúngicas con métodos multivariados, se encuentran el de Cabral & Collantes (1992) en *Eucaliptus viminalis* Labill. y el de Sieber- Canavesi & Sieber (1993) en *Abies alba* Mill.

Se plantea como hipótesis que las poblaciones fúngicas que colonizan la filósfera varían según la estación climática y el estadio ontogénico de las acículas y que en períodos estivales hay una mayor disponibilidad de sustrato.

El objetivo de este trabajo es analizar la

variación de la comunidad fúngica de la filósfera en función de las estaciones del año utilizando análisis de componentes principales y análisis discriminante.

## MATERIALES Y METODOS

### a) Características del sitio de muestreo:

Las muestras se tomaron de una plantación de *P. taeda* de 14 años de edad, en la Estación Experimental INTA-Delta de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (34° 09' S y 58° 57' O).

El clima de la región es subtropical marítimo, con inviernos con pocas heladas y lluvias todo el año (Papadakis 1980). La temperatura media anual es de 16.1°C y las lluvias alcanzan un promedio de 999.5 mm de precipitación anual. La variación de la temperatura media mensual, de la humedad relativa y de las precipitaciones en los meses de muestreo han sido citados por Venedikian & Godeas (1996). Los valores de temperatura mínima media más extremos se dan en los meses de junio a agosto y los meses con más horas con temperaturas inferiores a 7°C van de mayo a septiembre (otoño e invierno).

### b) Muestreo:

El crecimiento de las ramas de *Pinus taeda* se realiza con alternancia de períodos anuales de alargamiento y de reposo. Estos se visualizan por las cicatrices que dejan al caer las catáfilas que protegen la yema apical delimitando en el tallo sectores con acículas en distintos estados de madurez. Se tomaron muestras de acículas jóvenes (de hasta 1 año de edad), maduras (1 a 2 años) y senescentes (más de 2 años) en las cuatro estaciones del año: otoño (mayo), invierno (agosto), primavera (noviembre) y verano (marzo).

### c) Análisis de las poblaciones fúngicas

**I Métodos de aislamiento:** Las muestras fueron lavadas en el aparato usado por Parkinson & Williams (1961); Williams *et al.* (1965), que permite el aislamiento de las especies fúngicas

que se encuentran en estado vegetativo. Para ello, i) Se tomaron en cada estación al azar 20 acículas de cada uno de los estadios, cortando 2 cm de la porción central, ii) se lavaron 15 veces de acuerdo con la curva de lavado realizada y se traspasaron a papel de filtro estéril para eliminar el exceso de agua, iii) se eliminaron los extremos, iv) se cortaron dos trozos de 4mm<sup>2</sup> del segmento restante y se sembraron 4 trozos por caja en agar extracto de malta al 2% más antibióticos (0.5 g estreptomycin y 0.25 g clorhidrato de tetraciclina en 100 mL de agua destilada). Se sembraron 40 trozos de acículas de cada estadio por estación, v) Las cajas se incubaron a 20-25 °C durante 7 días, aislando las cepas. Estas últimas se sembraron en diferentes medios como agar-avena, czapek (dox) agar, agar papa glucosado, agar papa sacarosa (Hawksworth *et al.* 1983) y agar extracto de malta (Blakeslee 1915). También se intentó inducir la fructificación con luz UV cercana según Leach (1971). Para la identificación taxonómica se consultó entre otros a: Batista Chaves & Ciferri (1963), Booth (1971), Domsch *et al.* (1980), Ellis (1971, 1976), Gams (1971), Hermanides- Nijhof (1977), Hughes (1967). Hughes & Sugiyama (1972), Punithalingam (1981), Raper & Fennell (1965), Steyaert (1961) y Sutton (1980).

Con la sigla IND se denominaron los aislamientos fértiles, pero que no pudieron ser identificados, como MDE y MME se designó a los micelios estériles dematiáceos y moniliáceos, respectivamente.

III *Determinación de la frecuencia de cada especie fúngica*: Para cada una de las especies aisladas se calculó la frecuencia relativa de acuerdo con la siguiente fórmula

$$F = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ veces que aparece una especie}}{\text{n}^{\circ} \text{ trozos de hojas}} \times 100$$

III *Análisis multivariado*: Para describir la variación de frecuencias fúngicas en la comunidad en relación a las estaciones del año se utilizaron métodos de ordenamiento multivariados. Estos métodos resumen las tendencias principales en la variación de los datos (Kenkel & Booth 1992).

Se construyó una matriz básica de datos compuesta por 29 variables y 120 casos. Tomándose

como variables las especies fúngicas aisladas y como casos los estados ontogénicos de las acículas y las estaciones del año. Se excluyeron las especies con frecuencias menores al 5%. Para normalizar los datos se utilizó la función  $x = \log(x+0.5)$

Se aplicó, para cada estadio ontogénico de las acículas por separado, un método de ordenación, el análisis de componentes principales, (ACP - 4M BMDP, Dixon 1992) que permite expresar los datos en un espacio de 2-3 dimensiones. Los agrupamientos derivados del ACP fueron corroborados mediante análisis discriminante, (AD - 7M BMDP, Dixon 1992).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla I figuran las especies fúngicas aisladas por el método de lavado, con la frecuencia correspondiente a cada una de ellas, en cada estadio ontogénico de las acículas y cada estación. La mayoría de las cepas fértiles fueron identificadas taxonómicamente hasta especie. Los micelios IND, MDE y MME tienen en su mayoría frecuencias menores al 5%.

Las comunidades de las acículas presentan un gran número de especies que aparecen con frecuencias bajas y un pequeño número con frecuencias altas.

De las 49 especies aisladas, *Pestalotiopsis oxyanthi*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. oxysporum*, *C. sphaerospermum*, *Nigrospora oryzae*, *Epicoccum purpurascens*, *Hormonema dematioides* y las levaduras pueden considerarse de importancia en la filósfera de *P. taeda* por presentar frecuencias mayores en todas o en algunas estaciones y/o estadios ontogénicos de las acículas. Les siguen en importancia, con frecuencias menores, *Xylohypha curta*, *Penicillium sp.*, *Fusarium lateritium*, *Wardomyces inflatus*, *Acremonium strictum*, MME5 y MDE1.

La composición florística de *P. taeda* es similar a la citada por Watson *et al.* (1974); Mishra & Das (1981); Kahlki *et al.* (1986); Legault *et al.* (1989 a, b) para ésta y otras especies del género *Pinus*.

*P. oxyanthi* tiene frecuencias mayores en los meses invernales; resultados similares obtiene Pandey (1990) para *Pestalotia Psidii* Pat. Por otra

TAXA	OTOÑO					INVIERNO					PRIMAVERA					VERANO				
	J	M	S	J	S	J	M	S	J	M	S	J	M	S	J	M	S			
<i>Acremonium strictum</i> W. Gams	15	12,5	7,5	5	7,5	5	10	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze ex Fr.	—	20	12,5	2,5	12,5	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) de Vries	—	—	7,5	2,5	7,5	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Cladosporium oxysporum</i> Berk. & Curt.	—	10	2,5	—	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Drechisera bicolor</i> (Mitra) Subram. & Jain	5	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. ex Schlefdl.	—	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Eurotium rubrum</i> Konig. ex Schlefdl.	10	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Fusarium lateritium</i> Nees	—	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlefdl.	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Fusarium sulphureum</i> Schlefdl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Hormonema dematioides</i> Lagerb. & Melin	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Leptosphaerulina</i> aff. <i>australis</i> Mc Alp.	20	10	2,5	30	2,5	7,5	7,5	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Levaduras</i>	—	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Microsporaepopsis olivacea</i> (Bonord.) Hohn.	—	5	5	7,5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. & Br.) Petch.	—	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>paecilomyces</i> sp.	—	5	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Penicillium</i> sp.	47,5	10	5	42,5	5	47,5	85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Pestalotiopsis oxycanthi</i> (Thuem.) Stey.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Phoma pomorum</i> Thum.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Pithomyces chartarum</i> (Berk. & Curt.) M.B. Ellis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Pseudomorfea coffea</i> Punith.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Scytalidium thermophilum</i> (Cooney & R. Emers) Austwick	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Wardomyces</i> aff. <i>inflatus</i> (Marchal) Hennebert	5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Xylohypha curta</i> (Corda) Hughes	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
IND 71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
IND 27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
IND 29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
IND 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
IND 24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
IND 268	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
IND 442	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MME 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MME 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MME 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MME 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MME 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MME 6	—	2,5	7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MME 7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MME 8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MME 9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MME 10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MME 11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MME 12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MDE 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MDE 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MDE 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
MDE 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

TABLA I: Frecuencia estacional de los taxa fúngicos de la filósfera de *Pinus taeda* para diferentes estadios ontogénicos de las acículas. IND: indeterminados; MME: micelio moniliáceo estéril; MDE: micelio dematiáceo estéril; J: joven; M: madura; S: senescente.

parte *E. purpurascens* no se lo aisló en invierno de ninguno de los estadios de las acículas. *H. dematioides*, que presenta frecuencias altas en las acículas jóvenes en primavera y verano, también fue citada por Legault *et al.* (1989 a) para *Pinus banksiana* Lamb. y *P. resinosa* Ait. y por Sieber-Canavesi & Sieber (1993) en *Abies alba* Mill.. *Cladosporium cladosporioides* predomina en otoño; Collins & Hayes (1976) y Gourbière (1975) obtuvieron resultados similares en *Picea abies* Karst. y en *Abies alba* respectivamente.

Venedikian & Godeas (1996) analizan las poblaciones fúngicas de la filosfera de *P. taeda* y

establecen una secuencia de colonización.

En acículas jóvenes

Los primeros cuatro componentes derivados del análisis de componentes principales (ACP) efectuado sobre la matriz de frecuencias fúngicas (18 taxa x 40 muestras) explicaron el 43.10 % de la variación entre las muestras. La combinación de los componentes C1, C3 y C4, son los que explican más claramente los cambios estacionales de la comunidad fúngica de las acículas jóvenes (Figs. 1 y 2).

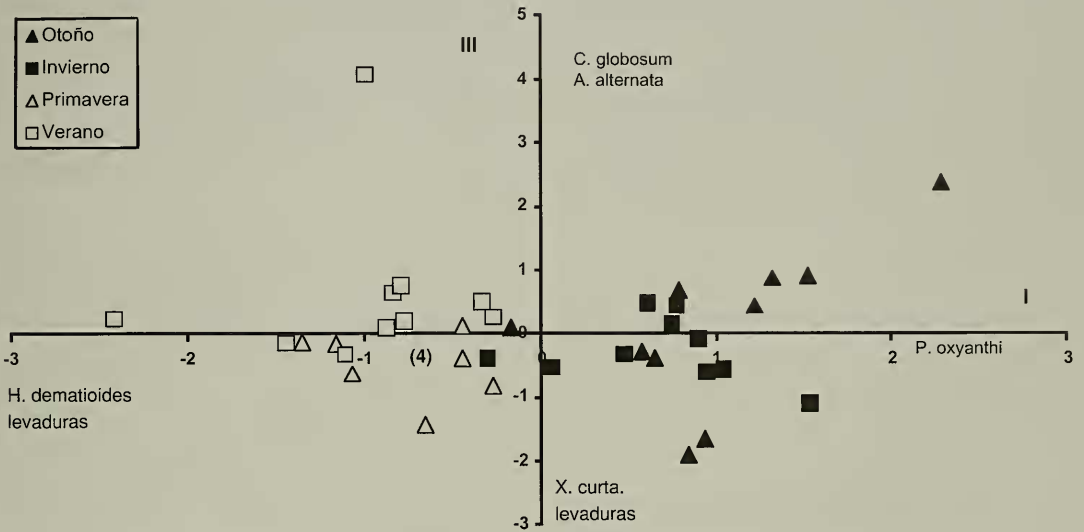


FIG. 1: Análisis de componentes principales. Distribución de las muestras en el espacio de los componentes C1 y C3 para acículas jóvenes.

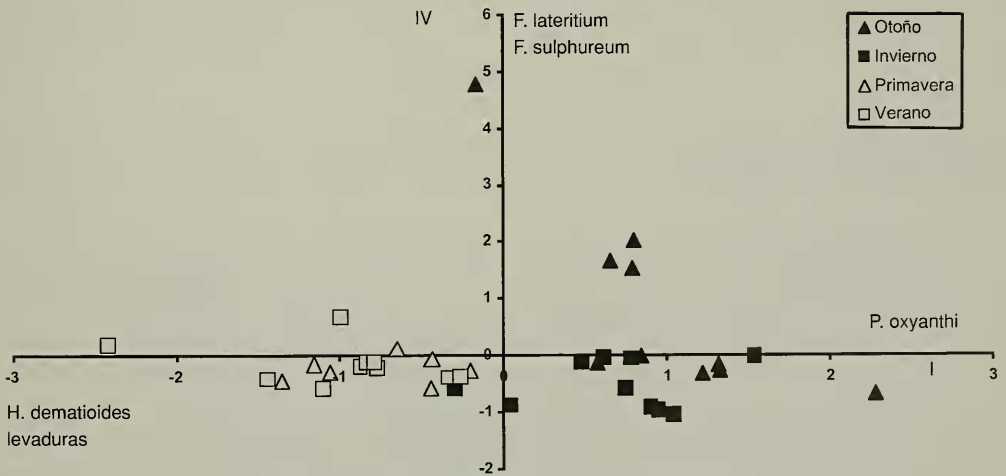


FIG. 2: Análisis de componentes principales. Distribución de las muestras en el espacio de los componentes C1 y C4 para acículas jóvenes de *P. taeda*.

Sobre el extremo positivo del componente C1 se encuentran las muestras correspondientes a otoño-invierno caracterizadas por la presencia de *Pestalotiopsis oxyanthi*, una especie fúngica característica de este período. En el extremo negativo se encuentran las muestras de primavera-verano caracterizadas por la presencia de *Hormonema dematioides* y las levaduras. Este componente estaría asociado con los valores de temperatura mínima media, cuyos valores más altos se registran en el período primavera-verano, y/o las horas mensuales con temperaturas menores o iguales a 7°C. Los componentes C3 y C4 permiten la segregación de las estaciones que componen los dos períodos. El C3 permite la segregación de las muestras de primavera y de verano. Las primeras, ubicadas sobre el extremo negativo del componente, están caracterizadas por la presencia de *Xylohypha curta*, mientras que las segundas (extremo positivo) se caracterizan por la presencia de *Chaetomium globosum* y *Alternaria*

*alternata*. El C4 permite la segregación de las muestras de otoño e invierno; las primeras se caracterizan por la presencia de *Fusarium lateritium* y *F. sulphureum*, mientras que en las segundas dichas especies son poco frecuentes o están ausentes.

Las variaciones estacionales en la comunidad fúngica, detectado por ACP, fueron confirmadas mediante análisis discriminante (AD), utilizando como variable de agrupamiento la estación. La clasificación general obtenida de dicho análisis indica que el 85% de las muestras fueron clasificadas correctamente (Wilks' lambda= 0.009; P< 0.001). Las dos primeras funciones discriminantes extraídas del AD explicaron el 98.68 % de la varianza total. La posición de las muestras en relación a ambas funciones indica que el período otoño-invierno está asociado a valores positivos de la función 1, mientras que el período primavera-verano a valores negativos. La función 2 segrega las distintas estaciones que componen los 2 períodos (Fig. 3).

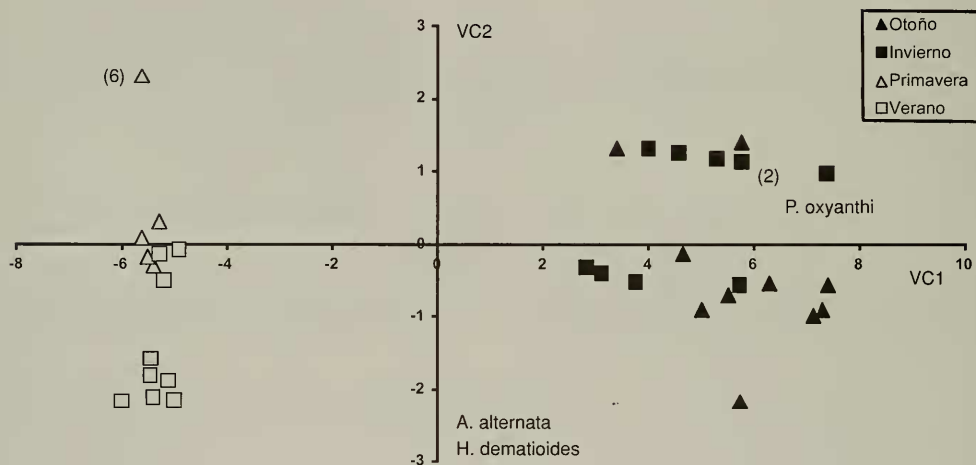


FIG. 3: Análisis de la función discriminante de los datos de frecuencias de acículas jóvenes de *P. taeda*, en el espacio de las variables canónicas (VC1- VC2).

La yema apical de *Pinus taeda* retoma el crecimiento en agosto, dando primordios foliares que en el censo de primavera ya son acículas jóvenes. Hacia fin del invierno posiblemente tenga lugar un proceso de inmigración (Kinkel 1992) de propágulos de diversos hongos y principalmente de *H. dematioides* y varias especies de levaduras hialinas provenientes del aire (por emigración a partir de acículas maduras y senescentes) que llegan hasta las acículas jóvenes colonizándolas y caracterizando así las comunidades

fúngicas en primavera y verano.

Estas especies han sido definidas por Dickinson (1976) como habitantes del filoplanio y se las considera ruderales (r-selection) por colonizar un sustrato nuevo. Hacia fines del verano la acícula joven recibe inmigración de propágulos de *P. oxyanthi* del aire, siendo la acícula madura la fuente de este inóculo, ya que está intensamente colonizada por esta especie (Tabla I). *P. oxyanthi* coloniza así la acícula joven y caracteriza las comunidades fúngicas de otoño e

invierno, creciendo en forma endofítica (Steyaert, 1953); lo que le permitiría la supervivencia a temperaturas bajas, parámetro con el que estaría asociado el componente 1, (Fig. 1 y Fig. 2).

El componente 3 segrega los censos de verano (caracterizados por *A. alternata* y *Chaetoniium globosum*), de los censos de primavera (caracterizados por *Xylohypha curta* y las levaduras). Este factor podría estar relacionado con las precipitaciones, mayores en primavera con respecto al verano (Venedikian & Godeas 1996). Las levaduras caracterizan a las comunidades fúngicas de las acículas jóvenes en primavera; estos microorganismos son higrófilos durante todo su ciclo de vida (Hoog & McGinnis 1987). Como en *Eucaliptus viminalis* (Cabral & Collantes 1992) en las acículas jóvenes de *P. taeda* se pueden ver claramente las diferencias estacionales en las comunidades fúngicas.

#### En acículas maduras

Los componentes extraídos del análisis de componentes principales (ACP) efectuado sobre la matriz de frecuencias fúngicas (23 taxa x 40 muestras) no permitieron identificar los cambios estacionales en la comunidad de las acículas maduras. De todas formas se intentó examinar la estacionalidad mediante AD, utilizando la estación como variable de agrupamiento. Sólo el 45% de muestras fueron correctamente clasificadas por el AD (Wilks' lambda=0.67, NS); el 100 % de las muestras de otoño e invierno fueron clasificadas incorrectamente.

En primavera las acículas maduras tienen un año de edad y *P. oxyanthi* completa la colonización que inició en las acículas jóvenes (otoño- invierno). Por su parte *H.*

*dematioides* ya presente en acículas jóvenes puede sobrevivir a las condiciones invernales por poseer hifas de paredes gruesas o colonizar endofíticamente la acícula como en *Abies alba* (Sieber-Canavesi & Sieber 1993). Al darse las condiciones de temperatura apropiadas proliferan en las acículas maduras en primavera.

En verano las acículas maduras están colonizadas por *Cladosporium sphaerospermum*, habitante del filoplano y por *A. alternata*, un invasor del filoplano (Dickinson 1976).

En las acículas maduras se encontró la mayor diversidad específica (Venedikian & Godeas 1996), como consecuencia de una mayor exposición temporal a los procesos de inmigración y de un sustrato con características nutricionales que permitió el establecimiento de diversas especies. El sustrato se satura de especies (K-selection); a medida que avanza la colonización de la acícula algunas especies del filoplano pueden colonizar internamente los tejidos; ésto sumado a la gran diversidad específica determinaría que las variaciones estacionales no se vean reflejadas en las comunidades fúngicas.

#### En acículas senescentes

Los primeros cuatro componentes derivados del análisis de componentes principales (ACP) efectuado sobre la matriz de frecuencias fúngicas (15 taxa x 40 muestras) explicaron el 57.54 % de la variación entre las muestras. Los cambios estacionales en la comunidad fúngica de las acículas senescentes son claramente explicados por la combinación de los componentes C2 y C3 (Fig. 4).

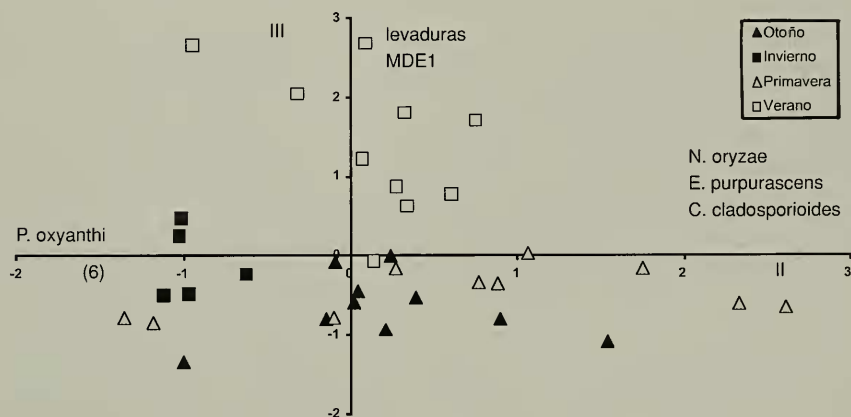


FIG. 4: Análisis de componentes principales. Distribución de las muestras en el espacio de los componentes C2 y C3 para acículas senescentes de *P. taeda*.

Sobre el extremo positivo del componente C2 se encuentran las muestras correspondientes a primavera caracterizadas por la presencia de *Cladosporium cladosporioides* (habitante del filoplano), *Nigrospora oryzae* y *Epicoccum purpurascens* (ambas invasoras del filoplano); en el extremo negativo se encuentran las muestras de invierno caracterizadas por la presencia de *Pestalotiopsis oxyanthii*. El componente C3 permite la segregación de las muestras de verano y otoño. Las primeras están caracterizadas por la presencia de levaduras y MDE1, mientras que en las segundas, dichos taxa están ausentes o son muy poco frecuentes.

Las variaciones estacionales en la comunidad

fúngica detectado por ACP fue confirmada mediante análisis discriminante (AD), utilizando como variable de agrupamiento la estación. La clasificación general obtenida de dicho análisis, indica que el 85% de las muestras fueron clasificadas correctamente (Wilks' lambda=0.049, P< 0.001). Las dos primeras funciones discriminantes extraídas del AD explicaron el 89 % de la varianza total. La posición de las muestras en relación a ambas funciones indica que el verano está asociado a valores negativos de la función 1. El resto de las estaciones son segregadas por la función 2; las muestras otoñales están asociadas con los valores positivos de la función, las invernales a valores negativos y las primaverales a valores intermedios (Fig. 5).

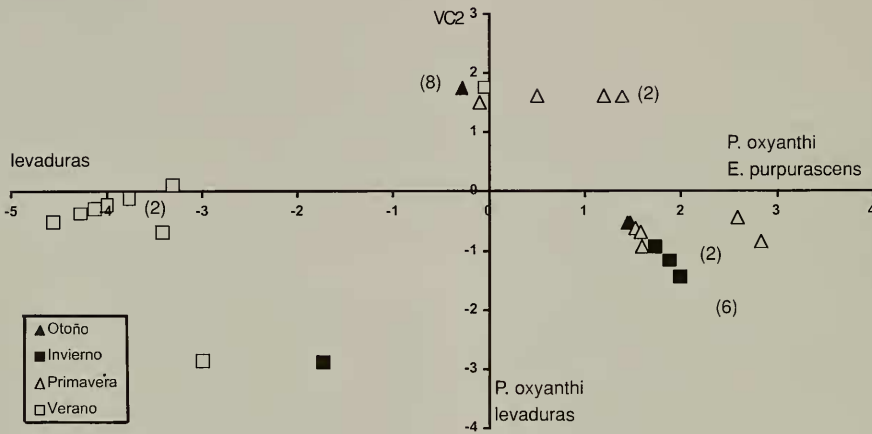


FIG. 5: Análisis de la función discriminante de los datos de frecuencias de acículas senescentes de *P. taeda* en el espacio de las variables canónicas (VC1- VC2).

En este estadio de madurez así como en las acículas juveniles, la estacionalidad es marcada coincidiendo ésto con la menor variabilidad específica. Esto último puede atribuirse a una menor disponibilidad de nutrientes o a la lixiviación más intensa en la senescencia, de sustancias antimicrobianas (polifenoles en coníferas) que impiden el desarrollo de algunas especies fúngicas (Millar 1974; Blakeman & Atkinson 1981)

BIBLIOGRAFIA

ANDREWS, J. H. & L. L. KINKEL. 1986. Colonization Dynamics. The Island Theory. In N. J.

Fokkema and J. Van Den Heuvel Eds. Microbiology of the Phyllosphere. Cambridge University Press pp. 392.  
 BATISTA CHAVES, A. & R. CIFERRI. 1963. Capnodiales. Saccardo: Monographiae Mycologicae 2:1-298.  
 BLAKEMAN, J. P. & P. ATKINSON. 1981. Antimicrobial substances associated with the aerial surfaces of plants. In J. P. Blakeman ed. Microbial Ecology of the Phylloplane. Academic Press, London, pp. 245-263.  
 BLAKESLEE, A. F. 1915. Lindner 's roll tube method of separation cultures. Phytopathology 5:68-69.  
 BOOTH, C. 1971. The genus *Fusarium* Ed. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England 237 pp.  
 CABRAL, D. & M. COLLANTES. 1992. La filosfera de



- Eucalyptus viminalis* (Myrtaceae) IV: Estructura, dinámica y desarrollo de la comunidad fúngica. Bol. Soc. Arg. Bot. 28 (1-4):123-138.
- COLLINS, M. A. & A. J. HAYES. 1976. Seasonal incidence of microbes on the surface of first year needles of Norway Spruce. Trans. Br. Mycol. Soc. 66 (3):457-461.
- DICKINSON, C. H. 1976. Fungi on the aerial surfaces of higher plants. In C. H. Dickinson and T. F. Preece Eds. Microbiology of aerial plant surfaces. Academic Press, London. 669 pp.
- DIXON, W. J. (Ed.). 1992. BMDP Statistical Software Manual. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, Oxford.
- DOMSCH, K. H., W. GAMS & T. H. ANDERSON. 1980. Compendium of soil Fungi. Vol. 1 Academic press., London.
- DUBOS, B. & J. BULT. 1981. Filamentous fungi as biocontrol agents on aerial plant surfaces. In J. P. Blakeman Ed. Microbial ecology of the phylloplane. Academic Press, London. pp: 353-368.
- ELLIS, M. B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes Ed. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England 608 pp.
- ELLIS, M. B. 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes Ed. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England 507 pp.
- GAMS, W. 1971. *Cephalosporium*-artige Schimmelpilze (Hyphomycetes) Ed. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- GOURBIÈRE, F. 1975. Microscopic fungi associated with fir (*Abies alba* Mill.) needles 3. Microflora of living needles. Bull. Soc. Mycol. Fr. 91 (3): 429-441.
- HAWKSWORTH, D. L., B. C. SUTTON & G. C. AINSWORTH. 1983. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi. Comm. Myc. Inst., Kew, 445 pp.
- HERMANIDES-NIJHOF, E. J. 1977. *Aureobasidium* and allied genera. Studies in Mycology N° 15 Centraalbureau Voor Schimmelcultures Baarn.
- HOOG, G. S. DE & M. R. MC GINNIS. 1987. Ascomycetous black yeasts. In The expanding realm of yeast-like FUNGI. STUDIES IN MYCOLOGY N° 30 pp:187-199.
- HUDSON, H. J. 1971. The development of the saprophytic fungal flora as leaves senesce and fall. In T. F. Preece and C. H. Dickinson Eds. Ecology of leaf surface microorganisms. Academic Press, London, pp:447-455.
- HUGHES, S. J. 1967. New Zealand Fungi. 9 *Ophiocapnocomma* with *Hormiokrypsis* and *Capnophialophora* states. New Zealand Journal of Botany 5:117-133.
- HUGHES, S. J. & J. SUGIYAMA. 1972 New Zealand Fungi 18. *Xylohypha* (Fr.) Mason. New Zealand Journal of Botany 10:447-460.
- HUGHES, T. P. 1990. Recruitment limitation, mortality and population regulation in open systems: a case study. Ecology 71:12-20.
- KAHLKI, R., M. KLOIDT & G. LYSEK. 1986. Phylloplane inhabiting fungi of pine needles (*Pinus sylvestris* L.) in Berlin (West). Nova Hedwigia 42 (2-4):597-601.
- KENKEL, N. C. & T. BOOTH. 1992. Multivariate Analysis in Fungal Ecology. In G. C. Carroll and D. T. Wicklow Eds. The Fungal Community. Its Organization and Role in the Ecosystem.
- KINKEL, L. 1992. Fungal Community Dynamics. In J. H. Andrews and S. S. Hirano Eds. Microbial Ecology of Leaves. 499 pp.
- LEACH, C. M. 1971. A practical guide to the effects of visible and ultraviolet light on fungi. In C. Booth Ed. Methods in Microbiology vol. 4, Academic Press, London.
- LEGAULT, D., M. DESSUREAULT & G. LAFLAMME. 1989 a. Mycoflora of *Pinus banksiana* and *Pinus resinosa* needles. II. Epiphytic fungi. Can. J. Bot. 67:2061-2065.
- LEGAULT, D., M. DESSUREAULT & G. LAFLAMME. 1989 b. Mycoflora des aiguilles de *Pinus banksiana* et *Pinus resinosa*. I. Champignons endophytes. Can. J. Bot. 67:2052-2060.
- MILLAR, C. S. 1974. Decomposition of coniferous leaf litter. In C. H. Dickinson and G. J. F. Pugh Eds. Biology of plant litter decomposition. Academic Press, London.
- MISHRA, R. R. & P. K. DAS. 1981. Fungal succession on conifer needles. In J. P. Blakeman Ed. Microbial Ecology of the Phylloplane. Academic Press, London. pp: 475-485.
- PAPADAKIS, J. 1980. El clima. Ed. Albatros, Buenos Aires. 377 pp.
- PARKINSON, D. & S. T. WILLIAMS. 1961. A method for isolating fungi from soil micro-habitats. Plant and Soil 13:347-355.
- PUGH, G. J. F. & L. BOODY. 1988. A view of disturbance and life strategies in fungi. In Boddy L., R. Watling & A. J. E. Lyon Eds., Fungi and Ecological Disturbance. Proceedings of The Royal Society of Edinburgh Section B vol. 94. pp:3-11.
- PUNITHALINGAM, E. 1981. Studies on Sphaeropsidales in culture III. Mycological Papers N° 149:1-60.
- RAPER, K. B. & D. I. FENNELL. 1965. The Genus *Aspergillus*. The Williams & Wilkins Company Eds, Baltimore, U.S.A.
- SIEBER-CANAVESI, F. & T. N. SIEBER. 1993. Successional patterns of fungal communities in needles of European silver fir (*Abies alba* Mill.). New Phytol. 125:149-161.

- STEYAERT, R. L. 1961. Type specimens of Spegazzini's collections in the "*Pestalotiopsis*" and related genera (Fungi Imperfecti: "Melanconiales") Darwiniana 12 (2):157-190.
- SUTTON, B. C. 1980. The Coelomycetes Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata. Commonwealth Mycological Institute Ed. Kew, Surrey, England.
- VENEDIKIAN, N. & A. GODEAS. 1996. Estudio de la Filosfera de *Pinus taeda* (*Pinaceae*) I. Poblaciones Fúngicas. Bol. Soc. Argent. Bot. 31 (3-4):193-200
- STEYAERT, R. L. 1953. New and old species of *Pestalotiopsis*. Trans. Br. Mycol. Soc. 36:81-89.
- WATSON, E. S., D. C. McCLURKIN & M. B. HUNEYCUTT. 1974. Fungal succession on loblolly pine and upland hardwood foliage and litter in north Mississippi. Ecology 55:1128-1134.
- WILLIAMS, S. T., D. PARKINSON & N. A. BURGESS. 1965. An examination of the soil washing technique by its application to several soils. Plant and Soil 22 (2):167-186.

Fecha de publicación: 30 de mayo de 2002